

ΕΝΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΕΚΘΕΣΗ

Η ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΜΕΣΩ
ΜΕΝΤΟΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΤΑ ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΦΥΣΙΚΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΣΕ ΤΕΣΣΕΡΙΣ ΧΩΡΕΣ:
ΓΕΡΜΑΝΙΑ, ΚΥΠΡΟΣ, ΙΣΠΑΝΙΑ,
ΟΛΛΑΝΔΙΑ

2026



Empowering Teachers for Science Learning
Through Modelling-Based Approaches

Πρόγραμμα Erasmus+ EMPOWER

EMPOWERING TEACHERS FOR SCIENCE LEARNING THROUGH MODELLING-BASED APPROACHES

Ομάδα έργου του πακέτου εργασίας (αλφαβητική σειρά)

Tom Bielik (SRU), Evridiki Eracleous (EUC), Felicitas Haupts (IPN), Wouter van Joolingen (UU), Moritz Krell (IPN), Kim Krijtenburg-Lewerissa (UU), Kim Eleni Lobner (IPN), Victor López-Simó (UAB), Loucas Louca (EUC), Marios Papevridipidou (UCY), Chloi Savvidou (EUC), Èlia Tena-Gallego (UAB), Kyriaki Vakkou (UCY)

Περιεχόμενα

.....	1
1 Εισαγωγή	2
2 Μεθοδολογία.....	2
3 Ιστορικό	5
4 Ευρήματα.....	5
4.1 Στρατηγικές για τη χρήση της ΜμΜ	5
4.2 Ορισμοί της ικανότητας μοντελοποίησης	6
4.3 Σημασία των μοντέλων στις φυσικές επιστήμες	6
4.4 Τύποι μοντέλων	6
4.5 Πλαίσια χρήσης μοντέλων	7
4.6 Πρακτικές μοντελοποίησης.....	7
4.7 Γνώσεις μετα-μοντελοποίησης	8
4.8 Σκοπός του κειμένου του προγράμματος σπουδών.....	8
5 Συμπεράσματα.....	8

1 Εισαγωγή

Η παρούσα ενοποιημένη έκθεση παρουσιάζει μια συγκριτική ανάλυση του τρόπου με τον οποίο η μάθηση μέσω μοντελοποίησης (ΜμΜ) εκφράζεται στα αναλυτικά προγράμματα των φυσικών επιστημών στις τέσσερις ευρωπαϊκές χώρες-εταίρους: Ισπανία (Καταλονία), Γερμανία, Ολλανδία και Κύπρος. Με βάση τις εθνικές εκθέσεις¹ που εκπονήθηκαν στο πλαίσιο του έργου EMPOWER, η ανάλυση αποσκοπεί στον εντοπισμό κοινών τάσεων, καθώς και βασικών διαφορών στον ορισμό και την παιδαγωγική αντιμετώπιση της ΜμΜ στα επίσημα έγγραφα των αναλυτικών προγραμμάτων. Οι χώρες που συμμετέχουν στο έργο αντιπροσωπεύουν ένα ευρύ φάσμα εκπαιδευτικών συστημάτων, από εξαιρετικά συγκεντρωτικά συστήματα όπως η Κύπρος έως αποκεντρωμένες και ομοσπονδιακές δομές όπως η Γερμανία και η Ισπανία, καθώς και ένα ημι-συγκεντρωτικό σύστημα με ευελιξία στα αναλυτικά προγράμματα, όπως η Ολλανδία. Αυτές οι διαρθρωτικές διαφορές διαμορφώνουν σημαντικά τον τρόπο με τον οποίο η ΜμΜ διατυπώνεται, εφαρμόζεται και υποστηρίζεται στα εθνικά αναλυτικά προγράμματα.

Σε όλα τα εκπαιδευτικά συστήματα που αναλύθηκαν, τα αναλυτικά προγράμματα των φυσικών επιστημών δίνουν έμφαση σε βασικά στοιχεία όπως η επιστημονική έρευνα, η εννοιολογική κατανόηση και η εφαρμογή στον πραγματικό κόσμο. Ωστόσο, η ΜμΜ δεν τοποθετείται με συνέπεια εντός αυτών των πλαισίων· ο βαθμός στον οποίο η ΜμΜ πλαισιώνεται ως ξεχωριστή επιστημονική πρακτική, βασική ικανότητα ή υποστηρικτικό διδακτικό εργαλείο ποικίλλει σημαντικά μεταξύ των χωρών. Σε ορισμένα πλαίσια, αναδύεται ως ρητή επιστημονική πρακτική συνδεδεμένη με τη διαθεματική προσέγγιση διδασκαλίας, ενώ σε άλλα παραμένει ενσωματωμένη σε ευρύτερες διαδικασίες διερεύνησης ή εμφανίζεται ως πρακτικό εργαλείο διδασκαλίας συνδεδεμένο με συγκεκριμένα θεματικά περιεχόμενα. Αυτές οι διαφορές αντανακλούν όχι μόνο διαρθρωτικές διαφοροποιήσεις, αλλά και διαφορετικούς επιστημολογικούς προσανατολισμούς ως προς την εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες.

2 Μεθοδολογία

Όλες οι εθνικές εκθέσεις βασίστηκαν σε ποιοτική ανάλυση περιεχομένου, με οδηγό ένα κοινό πλαίσιο κωδικοποίησης που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του έργου EMPOWER. Αυτή η κοινή αναλυτική δομή επέτρεψε τη συστηματική σύγκριση μεταξύ διαφορετικών αναλυτικών προγραμμάτων, παρά τις σημαντικές διαφορές ως προς τη μορφή, το πεδίο

¹ Ενώ στο πρόγραμμα συμμετέχουν 4 διαφορετικές χώρες (Ισπανία (Καταλονία), Γερμανία, Ολλανδία και Κύπρος), οι δύο εταίροι από την Κύπρο συνέταξαν ξεχωριστές εκθέσεις, με τη μία να επικεντρώνεται στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση (ηλικίες 6-12 ετών) και την άλλη στη βιολογία του γυμνασίου (ηλικίες 12-15 ετών). Ως εκ τούτου, διαθέτουμε συνολικά 5 εθνικές εκθέσεις.

εφαρμογής και τις εκπαιδευτικές δομές των προγραμμάτων σπουδών. Η ανάλυση επικεντρώθηκε στον εντοπισμό αναφορών σε μοντέλα, πρακτικές μοντελοποίησης, δεξιότητες μοντελοποίησης και συναφείς έννοιες στα επίσημα έγγραφα των αναλυτικών προγραμμάτων.

Το σώμα των αναλυθέντων υλικών διέφερε σημαντικά μεταξύ των χωρών. Στη Γερμανία, η ανάλυση κάλυψε 67 έγγραφα αναλυτικών προγραμμάτων και από τα 16 ομόσπονδα κρατίδια, αντανακλώντας τον αποκεντρωμένο χαρακτήρα του εκπαιδευτικού συστήματος, με αποτέλεσμα να εντοπιστούν 1322 αναφορές στη ΜμΜ. Στην Κύπρο, εξετάστηκαν τόσο τα αναλυτικά προγράμματα των φυσικών επιστημών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης όσο και της βιολογίας Α, Β και Γ γυμνασίου μέσω των οδηγών για τους εκπαιδευτικούς, με αποτέλεσμα να εντοπιστούν 114 αναφορές στην εκπαίδευση των φυσικών επιστημών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης και 215 αναφορές στην εκπαίδευση της βιολογίας Α, Β και Γ γυμνασίου. Η ολλανδική έκθεση επικεντρώθηκε στους πρόσφατα αναπτυγμένους εθνικούς βασικούς στόχους, εντοπίζοντας 30 αναφορές στη ΜμΜ, ενώ το καταλανικό πρόγραμμα σπουδών στην Ισπανία απέδωσε μόνο έναν μικρό αριθμό (2) σχετικών περιπτώσεων. Ο Πίνακας 1 παρακάτω συνοψίζει τα αναλυθέντα υλικά.

Πίνακας 1 Έγγραφα προγράμματος σπουδών που αναλύθηκαν

<i>Χώρα</i>	<i>Πρόγραμμα σπουδών που αναλύθηκε</i>	<i>Αναφορές που εντοπίστηκαν</i>
<i>Γερμανία</i>	67 έγγραφα αναλυτικού προγράμματος βιολογίας από 16 ομόσπονδα κρατίδια, μαθητές ηλικίας 5-11 ετών	1322, μέσος όρος 19 αναφορές ανά ομόσπονδο κράτος (ελάχιστο: 0, μέγιστο: 97)
<i>Κύπρος</i>	9 έγγραφα αναλυτικού προγράμματος, 6 για μαθητές ηλικίας 6-12 ετών (δημοτικού σχολείου) στις φυσικές επιστήμες του δημοτικού και 3 για μαθητές ηλικίας 13-15 ετών (Α-Β-Γ Γυμνασίου) στη βιολογία.	114 (φυσικές επιστήμες δημοτικού) 215 (βιολογία Α, Β, Γ Γυμνασίου)
<i>Ισπανία</i>	1 έγγραφο αναλυτικού προγράμματος για την πρωτοβάθμια εκπαίδευση (τάξεις 1-6)	2 (πρωτοβάθμια εκπαίδευση)
<i>Ολλανδία</i>	1 έγγραφο αναλυτικού προγράμματος για την πρωτοβάθμια εκπαίδευση (τάξεις 1-6) και 1 έγγραφο αναλυτικού προγράμματος για την κατώτερη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (τάξεις 7 έως 9). Η ανάλυση επικεντρώθηκε στον τομέα «Άνθρωποι και Φύση» ⁽²⁾ του αναλυτικού προγράμματος.	5 (πρωτοβάθμια εκπαίδευση) 25 (κατώτερη δευτεροβάθμια εκπαίδευση)

Το σύστημα κωδικοποίησης κάλυψε πολλαπλές διαστάσεις, συμπεριλαμβανομένων των ορισμών της δεξιότητας μοντελοποίησης, της σημασίας των μοντέλων, των τύπων μοντέλων,

² Ο τομέας αυτός αφορά τις φυσικές επιστήμες και την τεχνολογία, τη φύση τους και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ ανθρώπων και φύσης.

των πλαισίων χρήσης, των πρακτικών μοντελοποίησης, της γνώσης μετα-μοντελοποίησης και των διδακτικών στρατηγικών. Σε κάθε κειμενική ενότητα ανάλυσης μπορούσαν να αποδοθούν πολλαπλοί κωδικοί, ενώ οι περιπτώσεις που δεν περιείχαν επαρκείς λεπτομέρειες κατηγοριοποιήθηκαν ως «μη καθορισμένες». Σε όλες τις χώρες, ένα αξιοσημείωτο χαρακτηριστικό της ανάλυσης ήταν η συχνή εμφάνιση μη καθορισμένων κατηγοριών, γεγονός που υποδηλώνει έλλειψη ρητής καθοδήγησης στα κείμενα του αναλυτικού προγράμματος. Ο πίνακας 2 παρακάτω παρουσιάζει το αναλυτικό σχήμα που χρησιμοποιήθηκε.

Πίνακας 2 Σχέδιο κωδικοποίησης που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση των αναφορών στη ΜμΜ

Κατηγορία	Υποκατηγορία
Ορισμός της δεξιότητας μοντελοποίησης	Καθορισμένος
	Δεν έχει καθοριστεί
	Σημασία των μοντέλων στις Φυσικές Επιστήμες
	Σημασία των μοντέλων στην εκπαιδευτική διαδικασία
	Σημασία των μοντέλων στη διαδικασία μοντελοποίησης στις Φυσικές Επιστήμες
Τύποι μοντέλων	Δεν έχει καθοριστεί
	Νοητικό μοντέλο
	Εννοιολογικός χάρτης
	Μοντέλο με πραγματικά υλικά
	Μοντέλο διαθέσιμο στο εργαστήριο του σχολείου
	Απλό μοντέλο
	Τρισδιάστατο μοντέλο
	Διάγραμμα
	Σχέδιο
	Δεν έχει καθοριστεί
Διδακτικό συγκείμενο χρήσης του μοντέλου	
Πρακτικές μοντελοποίησης	Δημιουργία μοντέλου
	Χρήση μοντέλων
	Αξιολόγηση μοντέλου
	Αναθεώρηση μοντέλου
	Δεν έχει καθοριστεί
Γνώσεις μετα-μοντελοποίησης	Γνώσεις σχετικά με τις ιδιότητες και τις λειτουργίες των μοντέλων
	Γνώση της διαδικασίας μοντελοποίησης
	Δεν έχει καθοριστεί
Άλλα	Σημασία του συλλογισμού βάσει μοντελοποίησης
	Χρήση μοντέλων για την κατανόηση μίας έννοιας ενός φυσικού συστήματος
	Δεν έχει καθοριστεί
Σκοπός του κειμένου	Για τον εκπαιδευτικό
	Για τον/την μαθητή/τρια
	Έτοιμα μοντέλα

3 Ιστορικό

Η δομή των εθνικών εκπαιδευτικών συστημάτων διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση του τρόπου με τον οποίο η ΜμΜ εντάσσεται στα αναλυτικά προγράμματα. Το ομοσπονδιακό σύστημα της Γερμανίας οδηγεί σε ένα ποικιλόμορφο τοπίο προγραμμάτων σπουδών στα 16 ομόσπονδα κρατίδια της, με τον συντονισμό να εξασφαλίζεται μέσω κοινών εκπαιδευτικών προτύπων. Το ομοσπονδιακό σύστημα έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη διαφορετικών τύπων σχολείων στα γερμανικά κρατίδια και διαφορετικών προσεγγίσεων ως προς το πώς και πότε τα μαθήματα επιστήμης διδάσκονται με ολοκληρωμένο τρόπο ή ως ξεχωριστά μαθήματα (π.χ., Βιολογία). Η Ισπανία λειτουργεί ομοίως εντός ενός αποκεντρωμένου πλαισίου, αν και το καταλανικό πρόγραμμα σπουδών παραμένει ευθυγραμμισμένο με τις εθνικές κατευθυντήριες γραμμές, ιδίως στην εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες. Αντίθετα, η Ολλανδία συνδυάζει εθνικούς βασικούς στόχους με σημαντική αυτονομία σε επίπεδο σχολείου, παρέχοντας στους εκπαιδευτικούς ευελιξία στην εφαρμογή. Η Κύπρος, συγκριτικά, ακολουθεί ένα συγκεντρωτικό μοντέλο στο οποίο λεπτομερείς οδηγίες για τους εκπαιδευτικούς επηρεάζουν έντονα τις διδακτικές πρακτικές. Το Υπουργείο Παιδείας της Κύπρου έχει αναπτύξει οδηγούς για τους εκπαιδευτικούς για κάθε ενότητα Φυσικών Επιστημών στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση και για τη Βιολογία στη μέση εκπαίδευση. Αυτοί οι οδηγοί υποστηρίζουν τους εκπαιδευτικούς στην εφαρμογή του αναλυτικού προγράμματος στην τάξη, περιγράφοντας προτεινόμενες δομές μαθημάτων, μαθησιακούς στόχους, θεματικές ενότητες, δραστηριότητες στην τάξη, υλικά, φύλλα εργασίας και πρακτικές αξιολόγησης.

4 Ευρήματα

4.1 Στρατηγικές για τη χρήση της ΜμΜ

Σε όλες τις χώρες, η ανάλυση αποκαλύπτει μια γενική έλλειψη ρητής διατύπωσης διδακτικών στρατηγικών για την εφαρμογή της ΜμΜ. Στη Γερμανία, το 80% των αναφορών εμπίπτει στην κατηγορία «δεν έχει καθοριστεί», υποδηλώνοντας ότι τα αναλυθέντα έγγραφα δεν παρέχουν λεπτομερείς οδηγίες σχετικά με τον τρόπο ενσωμάτωσης της ΜμΜ στη διδακτική πρακτική. Στην Κύπρο, το 27% των αναφορών δεν καθορίζει τις στρατηγικές ΜμΜ που χρησιμοποιούνται. Στην περίπτωση της Ισπανίας, δεν εντοπίστηκαν ρητές στρατηγικές. Στην Ολλανδία, η απουσία καθορισμένων στρατηγικών αντανάκλα μια σκόπιμη σχεδιαστική

επιλογή, καθώς το πρόγραμμα σπουδών αφήνει σημαντική ευελιξία στα σχολεία και τους εκπαιδευτικούς.

Στις περιπτώσεις που οι στρατηγικές προσδιορίζονται στα αναλυτικά προγράμματα, τα έτοιμα μοντέλα είναι η προσέγγιση που αναφέρεται συχνότερα τόσο στο πρωτοβάθμιο όσο και στο δευτεροβάθμιο επίπεδο, ιδίως στην Κύπρο (46,5%) και στη Γερμανία. Η κατασκευή μοντέλων από το μηδέν είναι επίσης παρούσα, ειδικά στην Κύπρο (39%). Ωστόσο, η χρήση μοντέλων που δημιουργούνται από συμμαθητές είναι σχεδόν ανύπαρκτη. Συνολικά, τα ευρήματα υποδηλώνουν ότι τα αναλυτικά προγράμματα τείνουν να δίνουν προτεραιότητα στη χρήση μοντέλων αντί να ορίζουν σαφώς παιδαγωγικές προσεγγίσεις για τη ΜμΜ.

4.2 Ορισμοί της ικανότητας μοντελοποίησης

Σε όλες τις χώρες, υπάρχει απουσία ή ελάχιστη παρουσία ρητών ορισμών της δεξιότητας μοντελοποίησης. Στη Γερμανία και την Ισπανία, δεν εντοπίστηκαν τέτοιοι ορισμοί. Στην Κύπρο, μόνο περίπου το 3% των αναφορών παρέχει ορισμούς. Στην Ολλανδία, ενώ το αναλυτικό πρόγραμμα περιλαμβάνει ορισμούς των μοντέλων και της μοντελοποίησης, δεν τα εντάσσει στο πλαίσιο μιας σαφώς καθορισμένης δομής δεξιοτήτων. Αυτή η γενική έλλειψη ορισμού υποδηλώνει ότι η ΜμΜ δεν θεωρείται ως ξεχωριστή επιστημονική ικανότητα εντός των αναλυτικών προγραμμάτων.

4.3 Σημασία των μοντέλων στις φυσικές επιστήμες

Η σημασία των μοντέλων διατυπώνεται μόνο εν μέρει στα αναλυθέντα αναλυτικά προγράμματα και, σε πολλές περιπτώσεις, παραμένει σιωπηρή. Στη Γερμανία, οι αναφορές στη σημασία των μοντέλων αντιπροσωπεύουν το 8% του συνόλου των κωδικών, ενώ στην Κύπρο, περίπου το 21% των αναφορών προσδιορίζει ρητά τον ρόλο των μοντέλων στο πλαίσιο της επιστήμης. Το ισπανικό (Καταλονία) αναλυτικό πρόγραμμα δεν παρέχει ρητές δηλώσεις σχετικά με τον επιστημολογικό ρόλο των μοντέλων, ενώ στην Ολλανδία τα μοντέλα περιγράφονται λειτουργικά ως εργαλεία για την κατανόηση και την εξήγηση φαινομένων, χωρίς εκτενή συζήτηση της επιστημονικής τους σημασίας. Συνολικά, τα μοντέλα πλαισιώνονται κυρίως ως εργαλεία αναπαράστασης και εξήγησης, παρά ως κεντρικά επιστημολογικά κατασκευάσματα στην ανάπτυξη της επιστημονικής γνώσης. Αυτό υποδηλώνει ότι ο βαθύτερος ρόλος των μοντέλων στην επιστημονική συλλογιστική δεν αντιμετωπίζεται συστηματικά στα περισσότερα αναλυτικά προγράμματα.

4.4 Τύποι μοντέλων

Η ανάλυση αποκαλύπτει ένα ευρύ φάσμα τύπων μοντέλων μεταξύ των χωρών, αν και η ρητή ταυτοποίησή τους ποικίλλει σημαντικά. Στην Κύπρο, κυριαρχούν τα μοντέλα με πραγματικά υλικά, ιδίως στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση (44%), όπου χρησιμοποιούνται συχνά για την αναπαράσταση παρατηρήσιμων επιστημονικών φαινομένων. Στη Βιολογία ΓΑ, Β και Γ Γυμνασίου, κυριαρχούν τόσο τα νοητικά (48%) όσο και τα μοντέλα με πραγματικά υλικά

(32%). Τα γερμανικά προγράμματα σπουδών αναφέρονται επίσης σε 5 ομάδες τύπων μοντέλων, με τα λειτουργικά (25%) μοντέλα να είναι τα πιο διαδεδομένα. Το ολλανδικό πρόγραμμα σπουδών παρέχει επίσης έναν εκτενή κατάλογο, ο οποίος περιλαμβάνει ψηφιακά, αναλογικά, εννοιολογικά και επιστημονικά μοντέλα, όπως μοντέλα σωματιδίων και κλίματος. Αντίθετα, το ισπανικό πρόγραμμα σπουδών δεν προσδιορίζει ρητά τους τύπους μοντέλων.

Παρά την ποικιλομορφία αυτή, ένα μεγάλο ποσοστό των αναφορών παραμένει ασαφές σε όλες τις χώρες, περιορίζοντας τη σαφήνεια των προσδοκιών σχετικά με τα είδη μοντέλων με τα οποία θα πρέπει να ασχολούνται οι μαθητές. Ως αποτέλεσμα, το εύρος και η εξέλιξη των τύπων μοντέλων δεν διατυπώνονται πάντα συστηματικά.

4.5 Πλαίσια χρήσης μοντέλων

Τα μοντέλα χρησιμοποιούνται σε ένα ευρύ φάσμα επιστημονικών πλαισίων, αντανakλώντας τη δομή του περιεχομένου κάθε αναλυτικού προγράμματος. Σε αναλυτικά προγράμματα με έμφαση στη βιολογία, όπως αυτά της Κύπρου και της Γερμανίας, η ΜμΜ συνδέεται στενά με θέματα όπως τα κύτταρα, η ανθρώπινη φυσιολογία και τα οικολογικά συστήματα. Στα πλαίσια της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στην Κύπρο, η ΜμΜ συνδέεται συχνά με θέματα όπως η Γη και ο ουρανός, ο ηλεκτρισμός και το ανθρώπινο σώμα. Στην Ολλανδία, η ΜμΜ εμφανίζεται σε ευρύτερους επιστημονικούς τομείς, συμπεριλαμβανομένων των φυσικών συστημάτων, της χημείας και των γεωεπιστημών. Στην Ισπανία, αν και η ΜμΜ δεν τονίζεται ρητά, μπορεί να συναχθεί σε σχέση με βασικές επιστημονικές ιδέες όπως τα οικοσυστήματα και τα ενεργειακά συστήματα.

4.6 Πρακτικές μοντελοποίησης

Ένα σταθερό μοτίβο σε όλες τις χώρες είναι η κυριαρχία της χρήσης μοντέλων έναντι άλλων πρακτικών μοντελοποίησης, όπως η δημιουργία, η αξιολόγηση ή η αναθεώρηση μοντέλων. Από τους μαθητές αναμένεται συνήθως να χρησιμοποιούν μοντέλα, ενώ οι ευκαιρίες για συμμετοχή στη δημιουργία μοντέλων υπάρχουν αλλά είναι λιγότερο συχνές. Πρακτικές όπως η αξιολόγηση και η αναθεώρηση μοντέλων υποεκπροσωπούνται. Στη Γερμανία, η χρήση μοντέλων αντιπροσωπεύει το 66% των πρακτικών μοντελοποίησης, ενώ η αναθεώρηση απουσιάζει σχεδόν εντελώς (2%). Η δημιουργία μοντέλων ανέρχεται στο 19% και η αξιολόγηση μοντέλων στο 13%. Στην Κύπρο παρατηρείται παρόμοια κατανομή, με την χρήση μοντέλων (περίπου 42%) και τη δημιουργία (23%) να κυριαρχούν, ενώ η αξιολόγηση (10%) και η αναθεώρηση (10%) εμφανίζονται μόνο σποραδικά. Στην Ισπανία, αναφέρεται ρητά μόνο η δημιουργία μοντέλων, ενώ στην Ολλανδία, όλες οι πτυχές του κύκλου μοντελοποίησης είναι παρούσες, σε μεγαλύτερες ηλικίες μαθητών/τριων. Αυτά τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι ορισμένα αναλυτικά προγράμματα δεν υποστηρίζουν τον πλήρη κύκλο μοντελοποίησης, περιορίζοντας ενδεχομένως τις ευκαιρίες των μαθητών να ασχοληθούν με τη μοντελοποίηση ως μια επαναληπτική και αναστοχαστική επιστημονική διαδικασία.

4.7 Γνώσεις μετα-μοντελοποίησης

Η γνώση της μετα-μοντελοποίησης είναι η λιγότερο ανεπτυγμένη διάσταση σε όλες τις χώρες. Στην Κύπρο, η πλειονότητα των αναφορών δεν ασχολείται ρητά με τη μετα-μοντελοποίηση (87%). Στη Γερμανία, δίνεται περιορισμένη προσοχή στη φύση και τη λειτουργία των μοντέλων (7%), ενώ στην Ισπανία, τέτοιες αναφορές απουσιάζουν. Τα έγγραφα που αναλύθηκαν στην Ολλανδία περιλαμβάνουν ρητές αναφορές τόσο στις ιδιότητες όσο και στους περιορισμούς των μοντέλων, ιδίως σε μεγαλύτερες ηλικίες μαθητών/τριων. Όπου αναφέρεται η γνώση της μετα-μοντελοποίησης, εστιάζει κυρίως στην κατανόηση των μοντέλων ως αναπαραστάσεων, παρά στην κατανόηση της ίδιας της διαδικασίας μοντελοποίησης. Αυτό υποδηλώνει ότι τα αναλυτικά προγράμματα που αναλύθηκαν δεν αντιμετωπίζουν ενεργά την ανάπτυξη μιας αναστοχαστικής κατανόησης της μοντελοποίησης ως επιστημονικής πρακτικής.

4.8 Σκοπός του κειμένου του προγράμματος σπουδών

Σε όλες τις χώρες, οι περισσότερες αναφορές στη ΜμΜ απευθύνονται στους/ις μαθητές/τριες (και όχι μόνο στους/στις εκπαιδευτικούς), δίνοντας έμφαση στη μοντελοποίηση ως μέρος του κειμένου του αναλυτικού προγράμματος. Στην Κύπρο, περίπου το 63% των αναφορών είναι προσανατολισμένες προς τους/ις μαθητές/τριες, ενώ το υπόλοιπο 37% απευθύνεται στους/στις εκπαιδευτικούς. Ομοίως, στη Γερμανία, το 39% των αναφορών στη ΜμΜ απευθύνεται στους/στις εκπαιδευτικούς και το 61% στους/ις μαθητές/τριες. Στην Ολλανδία και την Ισπανία, οι αναφορές διατυπώνονται σχεδόν αποκλειστικά με βάση τα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών/τριών. Αυτό υποδηλώνει ότι η ΜμΜ στα αναλυθέντα προγράμματα σπουδών παρουσιάζεται κυρίως ως δραστηριότητα για τους/ις μαθητές/τριες, αν και ο βαθμός της παιδαγωγικής καθοδήγησης που παρέχεται στους/στις εκπαιδευτικούς ποικίλλει.

5 Συμπεράσματα

Η διακρατική ανάλυση αποκαλύπτει ότι η ΜμΜ είναι παρούσα σε όλα τα εξεταζόμενα αναλυτικά προγράμματα, ωστόσο δεν έχει αναπτυχθεί με συνέπεια ως ένα συνεκτικό ή ρητό συστατικό της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες. Στις περισσότερες περιπτώσεις, η ΜμΜ εμφανίζεται ως ένα σιωπηρό στοιχείο εντός ευρύτερων διαδικασιών διερεύνησης και όχι ως μια σαφώς καθορισμένη επιστημονική πρακτική. Η απουσία ρητών ορισμών των δεξιοτήτων μοντελοποίησης συμβάλλει περαιτέρω σε αυτή την έλλειψη εννοιολογικής σαφήνειας.

Σε όλες τις χώρες, υπάρχει σαφής έμφαση στη χρήση μοντέλων, ενώ άλλες σημαντικές πτυχές της μοντελοποίησης, όπως η αξιολόγηση και η αναθεώρηση, εντοπίζονται λιγότερο συχνά. Αυτή η ανισορροπία υποδηλώνει ότι οι μαθητές/τριες ενδέχεται να έχουν περιορισμένες ευκαιρίες να ασχοληθούν με τον πλήρη κύκλο της ΜμΜ και να αναπτύξουν μια βαθύτερη κατανόηση του επιστημολογικού ρόλου των μοντέλων στις φυσικές

επιστήμες. Επιπλέον, η περιορισμένη προσοχή που δίνεται στη γνώση της μετα-μοντελοποίησης υποδηλώνει ότι τα αναλυτικά προγράμματα δεν υποστηρίζουν επαρκώς την αναστοχαστική κατανόηση της φύσης και του σκοπού των μοντέλων.

Co-funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the National Agency. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

This work is licensed under CC BY-NC 4.0. To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

